CIENCIAUANL

Revista de divulgación científica y tecnológica
de la Universidad Autónoma de Nuevo León

https://cienciauanl.uanl.mx/ojs/index.php

Carbono almacenado en las áreas de conservación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Carbon stored in the conservation areas of the Universidad Autónoma de Nuevo León

José Israel Yerena-Yamallel
https://orcid.org/0000-0002-9216-7427

Luis Gerardo Cuéllar-Rodríguez
https://orcid.org/0000-0003-4969-611X

Eduardo Alanís-Rodríguez
https://orcid.org/0000-0001-6294-4275

Universidad Autónoma de Nuevo León,
Linares, México.

Editora: Melissa del Carmen Martínez Torres, Universidad Autónoma de Nuevo León, Dirección de Investigación, Monterrey, Nuevo León, México.

Copyright: © Yerena Yamallel, José I., Cuéllar Rodríguez, Luis G., Alanís Rodríguez, Eduardo A.. This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License [CCBY 4.0], which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: https://doi.org/10.29105/cienciauanl.v29.140.519
Recepción: 24-11-2025
Fecha aceptación: 07-07-2026
Email: jose.yerenaym@uanl.edu.mx, luis.cuellarrd@uanl.edu.mx, eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx

SECCIÓN ACADÉMICA

Carbono almacenado en las áreas de conservación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Carbono almacenado en las áreas de conservación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

José Israel Yerena-Yamallel*
ORCID: 0000-0002-9216-7427

Luis Gerardo Cuéllar-Rodríguez*
ORCID: 0000-0003-4969-611X

Eduardo Alanís-Rodríguez*
ORCID: 0000-0001-6294-4275

https://doi.org/10.29105/cienciauanlv29.140.519

RESUMEN

Se estimó el contenido de carbono en las áreas de conservación de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se realizó un inventario forestal de 80 sitios de muestreo, midiendo la altura y diámetro a los árboles y arbustos. El bosque de pino-encino en Iturbide resultó con el valor más alto, con 53.52 ton/ha; seguido por el matorral submontano de Monterrey, con 24.60 ton/ha, y el matorral espinoso tamaulipeco de Linares y Marín, con 20.16 y 15.84 ton/ha, respectivamente. En total se tienen almacenadas 73,441.56 toneladas de carbono que equivalen a 269,530.52 toneladas de CO_{2e}.

Palabras clave: matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, bosque de pino-encino, dióxido de carbono equivalente, cambio climático.

ABSTRACT

The carbon content in the conservation areas of the Universidad Autonóma de Nuevo León was estimated. A forest inventory of 80 sampling sites were established, measuring the height and diameter of trees and shrubs. The pine-oak forest in Iturbide has the highest value of carbon content with 53.52 ton/ha, followed by the submontane scrub of Monterrey with 24.60 ton/ha and the tamaulipan thornscrub of Linares and Marin, with 20.16 and 15.84. ton/ha respectively. In total, 73,441.56 tons of carbon are stock, which is equivalent to 269,530.52 tons of CO_{2e}.

Keywords: tamaulipan thornscrub, submontane scrub, pine-oak forest, carbon dioxide equivalent, climate change.

Las plantas terrestres participan en el ciclo del carbono mediante la fotosíntesis, proceso que se activa por la energía solar, absorben dióxido de carbono de la atmósfera y lo convierten en materia orgánica, fijando el carbono en sus tejidos y liberando el oxígeno (IPCC, 2006).

Es importante destacar que la cantidad de carbono capturado por la vegetación varía según diferentes factores: tipo, edad, condiciones climáticas y calidad del suelo (Pan *et al.*, 2011).

Es fundamental tener en cuenta que la capacidad de la flora para capturar carbono tiene límites, los bosques pueden alcanzar un estado de saturación, donde la tasa de captura de carbono se equilibra con la de liberación (Houghton *et al.*, 2015).

* Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, México.
Contacto: jose.yerenaym@uanl.edu.mx, luis.cuellarrd@uanl.edu.mx, eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx

Lo anterior deriva en la importancia de efectuar investigaciones sobre almacenamiento y captura de carbono en los ecosistemas forestales de la Universidad, que podrían participar en proyectos de compensación de carbono, como la plantación de árboles o la salvaguarda silvícola. El objetivo del trabajo fue estimar el contenido de carbono en las áreas de conservación de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

METODOLOGÍA

Área de estudio

Se realizó en cuatro áreas de conservación de la Universidad Autónoma de Nuevo León en los municipios de Linares, Facultad de Ciencias Forestales (26°31'00"N;100°17'20"O); Iturbide, Campus Ecológico Iturbide (24°42'23"N; 99°51'39"O); Marín, Facultad de Agronomía (25°52'28"N; 100°03'24"O), y Monterrey, Campus Mederos (25°36'42"N; 100°16'48"O), en el estado de Nuevo León, México.

Tamaño y diseño de la unidad muestral

Para la estimación del contenido de carbono se utilizó un diseño de muestreo sistemático, es decir, distancias iguales entre los puntos centrales de las unidades, en cada área se realizaron 20 sitios de cuadrangulares de 1,600 m^2 (40 x 40 m). Se identificó la especie, se midió su altura con un hipsómetro (Nikon® modelo Forestry Pro) y el diámetro con cinta diamétrica (Forestry Suppliers® modelo 283D), a todos los árboles y arbustos mayores de 1 cm.

El contenido de carbono se obtuvo de la relación de la biomasa aérea por la concentración de carbono de las especies: contenido de carbono = B * CC, donde, B = biomasa aérea (peso seco de los árboles o arbustos) y CC = concentración de carbono.

La estimación de la biomasa aérea se obtuvo mediante ecuaciones alométricas específicas para especies o grupo de estas (Aguirre-Calderón, Jiménez-Pérez, 2011; Chojnacky *et al.*, 2013; Grier *et al.*, 1992; Návar *et al.*, 2004; Vargas-Larreta *et al.*, 2017) (tabla I) pertenecientes a tres tipos de vegetación: matorral espinoso tamaulipeco, bosque de pino-encino y matorral submontano. La biomasa radicular se calculó mediante la relación de esta con respecto a la biomasa aérea reportada en la bibliografía (Cairns *et al.*, 1997), se consideró el valor de 20%, es decir, el sistema de raíces pesa el porcentaje mencionado en proporción al peso total de los demás componentes.

Tabla I. Ecuaciones alométricas utilizadas para estimar biomasa aérea.

Especie	Ecuación
***Arbutus* spp**	$Ww = 0.06438\ d^{1.66448}\ h^{0.86489}$; $Wb = 0.00328\ d^{1.51833}\ h^{0.95083}$; $Wbr = 0.02125\ d^{1.81216}\ h^{0.8198}$; $Wf = 0.00698\ d^{1.50325}\ h^{0.84794}$; $Wt = \sum Wi$
Cercis canadensis	$\ln(b) = -2.5095 + 2.6175 \cdot \ln(d)$
***Juniperus* spp**	$\log(b) = 1.157 + 2.086 \cdot \log(d)$
Pinus pseudoustrobus	$b = 0.35179 \cdot d^2$
Pinus teocote	$b = 0.40196 \cdot d^2$
***Quercus* spp**	$b = 0.45534 \cdot d^2$
Matorral	$b = (0.026884 + 0.001191 d^2 h + 0.044529 d - 0.01516 h) + (1.025041 + 0.023663 d^2 h - 0.17071 h - 0.09615 \ln h) + (-0.43154 + 0.011037 d^2 h + 0.113602 d + 0.307809 \ln d)$

b = biomasa aérea; d = diámetro normal (cm); h= altura total (m); Ww = biomasa de madera del tallo (kg); Wb = biomasa de la corteza del tallo (kg); Wbr = biomasa de la madera más la corteza de las ramas (kg); Wf = biomasa de las hojas (kg); Wt = biomasa aérea total (kg).

La concentración de carbono fue tomada de Yerena-Yamallel *et al.* (2011), en las especies que se desconoce la concentración de carbono se optó por el factor de conversión de 0.5 recomendado por el IPCC (2006). Para la conversión a contenido de CO_{2e} (dióxido de carbono equivalente) se multiplicó el contenido de carbono por 44/12 (la relación del peso atómico del CO_2 entre el peso atómico de carbono).

Tabla II. Contenido de carbono y CO_{2e} en las áreas de conservación de la UANL.					
Área de conservación	Tipo de vegetación	Hectáreas	Carbono (ton/ha)	Carbono total (ton)	CO_2total (ton)
Monterrey	Matorral submontano	169	24.60	4,157.40	15,257.66
Linares	Matorral espinoso tamaulipeco	250	20.16	5,040.00	18,496.80
Marín	Matorral espinoso tamaulipeco	650	15.84	10,296.00	37,786.32
Iturbide	Bosque de pino-encino	1,008	53.52	53,948.16	197,989.74
			Total	73,441.56	269,530.52

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los diferentes tipos de vegetación de las áreas de conservación de la UANL, el bosque de pino-encino resultó con el valor más alto de contenido de carbono con 53.52 ton/ha, seguido por el matorral submontano y el matorral espinoso tamaulipeco de Linares y Marín, con 24.60, 20.16 y 15.84 ton/ha, respectivamente. En cuanto la acumulación de carbono total y su equivalencia en dióxido de carbono, fue en concordancia con la extensión en territorio, es decir, entre mayor cantidad de hectáreas más reservas de este elemento químico (tabla II).

En un análisis entre el carbono almacenado en las áreas de conservación de diferentes universidades, se puede inferir que el tipo de vegetación es determinante en la cantidad de este elemento por hectárea, las zonas donde se distribuyen especies de mayores dimensiones en diámetro y altura, así como su abundancia, presentan más contenido de carbono por hectárea, sin embargo, la extensión territorial conservada es otro punto importante, por lo cual, la UANL, con sus 2,077 ha, tiene más carbono almacenado y su equivalencia en dióxido de carbono que otras instituciones (Bremer *et al.*, 2020; Colgate University, 2018; De Villiers *et al.*, 2014; Sundarapandian *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2021; Zavala *et al.*, 2018) (tablas II y III).

CONCLUSIÓN

Las áreas de conservación de la Universidad Autónoma de Nuevo León son potencialmente importantes para el almacenamiento de carbono, tienen 73,441.56 toneladas de carbono que equivale a 269,530.52 toneladas de CO_{2e}. A su vez, es una práctica de sustentabilidad para mitigar sus emisiones de gases de efecto invernadero. Este sistema, conocido como captura de carbono, contribuye de manera significativa a contrarrestar el cambio climático, mejorar las condiciones ambientales y de vida para los habitantes del estado.

Tabla III. Contenido de carbono y CO_{2e} en de diferentes universidades.

Universidad	País	Tipo de vegetación	Hectáreas	Carbono (ton/ha)	Carbono total (ton)	CO_2total (ton)
Colgate University	Estados Unidos	Bosque de coníferas	428	123.30	52,772.40	193,674.71
State University of New York	Estados Unidos	Bosque de coníferas	67	114.60	7,678.20	28,178.99
Newcastle University	Inglaterra	Bosque de coníferas y latifoliadas	38	121.55	4,618.90	16,951.36
Pondicherry University	India	Matorral	297	8.72	2,589.84	9,504.71
KIWI University	Nueva Zelanda	Bosque siempreverde y caducifolio	65	24.38	1,584.70	5,815.85
Universidad Nacional Agraria de la Selva	Perú	Agroforestal cafetal - selva	5	36.44	182.20	668.67

REFERENCIAS

Aguirre-Calderón, Óscar, Jiménez-Pérez, Javier. (2011). Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(6), 73-84, https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i6.575

Bremer, Mark, Frisa, Emily, Maccarone, Rachelle, *et al.* (2020). Campus Forest Carbon Sequestration: An Undergraduate Project Experience, *Journal of Sustainability Education*, 24, 1-15.

Cairns, Michael, Brown, Sandra, Helmer, Eileen, *et al.* (1997). Root biomass allocation in the world's upland forest, *Oecologia*, 111, 1-11, https://doi.org/10.1007/s004420050201

Colgate University. (2018). *Forest Carbon Inventory & Projections*, https://www.colgate.edu/media/3021/download

Chojnacky, David, Heath, Linda, Jenkins, Jennifer. (2013). Updated generalized biomass equations for North American trees species, *Forestry*, 87, 129-151, https://doi.org/10.1093/forestry/cpt053

De Villiers, Charl, Chen, Sile, jin, Chenxing, *et al.* (2014). Carbon sequestered in the trees on a university campus: A case study, Sustainability Accounting, *Management and Policy Journal*, 5(2), 149-171, http://dx.doi.org/10.1108/SAMPJ-11-2013-0048

Grier, Charles, Elliott, Katherine, McCullough, Deborah. (1992). Biomass distribution and productivity of Pinus edulis - *Juniperus monosperma* woodlands of north-central Arizona, *Forest Ecology and Management*, 50, 331-350, https://doi.org/10.1016/0378-1127(92)90346-b

Houghton, Richard, Byers, Brett, Nassikas, Alexander. (2015). A role for tropical forests in stabilizing atmospheric CO_2, *Nature Climate Change*, 5, 1022-1023, https://doi.org/10.1038/nclimate2869

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, http://www.ipcc-nggip.iges. or.jp/publi/2006gl/spanish/index.html

Návar, Jesús, Méndez, Eduardo, Graciano, Jesús, *et al.* (2004). Biomass equations for shrub species of Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico, *Journal of Arid Environments*, 59, 657-674, https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.02.010

Pan, Yude, Birdsey, Richard, Fang, Jingyun, *et al.* (2011). A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests, *Science*, 333(6045), 988-993, https://doi.org/10.1126/science.1201609

Sundarapandian, Somaiah, Amritha, Saha, Gowsalya, Lakshmanan, *et al.* (2014). Biomass and carbon stock assessments of woody vegetation in Pondicherry University campus, Puducherry, *International Journal of Environmental Biology,* 4(2), 87-99.
Vargas-Larreta, Benedicto, López-Sánchez, Carlos, Corral-Rivas, Javier, *et al.* (2017). Allometric Equations for Estimating Biomass and Carbon Stocks in the Temperate Forests of North-Western Mexico, *Forests*, 8(8), 269, https://doi.org/10.3390/f8080269
Wang, Jiaqian, Werner, David, Manning, David. (2021). A framework for integrating the terrestrial carbon stock of estates in institutional carbon management plans, *Soil Use and Management*, 38, 1172-1188, https://doi.org/10.1111/sum.12776
Yerena-Yamallel, José, Jiménez-Pérez, Javier, Aguirre-Calderón, Óscar, *et al.* (2011). Concentración de carbono en la biomasa aérea del matorral espinoso tamaulipeco, *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17, 283-291, https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.02.004
Zavala, José, Zavala, Sandra, Mansilla, Luis. (2018). Estimación de la biomasa y carbono almacenado en un sistema agroforestal del cafetal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, *Investigación y Amazonía*, 8(5), 1-8.

Recibido: 24/11/2025
Aceptado: 07/07/2026

Descarga aquí nuestra versión digital.